

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

FRANCYELEN FERNANDES DE SOUZA FARIA

**ESTUDO DE CASO: ANÁLISE DOS MÉTODOS CATE-DAI E DEPRN EM ÁREAS
DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE NA BACIA DO RIO TIJUCO - MG**

CURITIBA

2018

FRANCYELEN FERNANDES DE SOUZA FARIA

ESTUDO DE CASO: ANÁLISE DOS MÉTODOS CATE E DEPRN EM ÁREAS DE
PRESERVAÇÃO PERMANENTE NA BACIA DO RIO TIJUCO - MG

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Pós-Graduação em MBA em Economia Ambiental, Programa de Educação Continuada em Ciências Agrárias, como requisito parcial à obtenção do título de Especialista em Economia Ambiental.

Orientador: Prof. Dr. Luiz César Ribas
Coorientadora: Prof. Dra. Tatiana
Cristina Guimarães Kaminski

CURITIBA

2018

AGRADECIMENTOS

Aos professores Luiz César Ribas e Tatiana Kaminski,
Pela orientação afincos que vocês desvelaram para o meu trabalho....
Pela enorme paciência e disponibilidade em me socorrer quando precisei...
Pelo apoio e direcionamento quando necessário...
E principalmente pela confiança!

RESUMO

Os danos provocados ao meio ambiente, são uma das consequências decorrente das ações humanas, como a expansão demográfica, a agricultura, a indústria, dentre outras, e, via de fato, os mesmos nem sempre foram adequadamente elucidados, gerenciados, fiscalizados e sequer seguramente valorados. Com o decorrer tanto do incremento quanto do agravamento das degradações ambientais consolidou-se, ao longo do tempo, a necessidade de se implementar um modelo de desenvolvimento econômico sustentável. E, a partir dessa premissa, uma série de conferências vem acontecendo em todo o mundo e, em decorrência, iniciativas públicas e privadas em estabelecer limites e regramentos de produção e de consumo também estão ocorrendo. Ademais, vem surgindo também as respectivas penalidades em razão de eventuais descumprimentos normativos, via de regra, por meio de legislações aplicadas ao tema ambiental. Concomitante a essa situação, houve a necessidade em valorar bens ambientais, que atualmente utiliza-se de métodos de valoração do dano ambiental. O presente estudo analisou o caso da degradação ambiental de áreas de preservação permanente localizadas na bacia hidrográfica do rio Tijuco, no estado de Minas Gerais, visando a aplicação e discussão da concepção metodológica dos métodos de valorização ambiental CATE-DAI e DEPRN com respeito as suas principais variáveis, seus fatores de conversão. A metodologia adotada foi pesquisa documental e revisão de documentos, artigos, leis, dentre outras fontes, todas referentes ao estudo em questão. Foi aplicada uma abordagem dedutiva, partindo-se da concepção geral dos métodos para fins de se analisar variáveis e elementos específicos de cada modelo de avaliação, buscando-se identificar os principais aspectos de CATE-DAI e DEPRN em termos da sua finalidade básica, qual seja, a avaliação econômica dos danos ambientais. Verificou-se, ao final que quanto à aplicação de ambos métodos, é de suma importância a interpretação dos fatores de conversão, para que não haja manipulação, equívocos ou distorções dos resultados. Em relação aos métodos, o método DEPRN apresentou caráter subjetivo na estruturação da equação matemática, e dificuldade em eleger os agravos ambientais, enquanto o método CATE-DAI apresentou uma consistência maior na estruturação matemática e eficiência quanto a aplicação do fator de conversão. Finalmente, foi proposta utilização do método CATE-DAI por auferir resultado mais fidedigno à valoração do dano ambiental.

Palavras-chave: Danos ambientais. Métodos de valoração ambiental. Fatores de conversão. CATE. DEPRN.

ABSTRACT

Environmental damages are one of the usual consequences of human actions, such as demographic expansion, agriculture, industry, among others, and, in fact, it have not always been explained, managed, monitored and even valued in a safety way. It has been consolidated, considering both increment and worsening of environmental damages, during all this time, the necessity of the sustainable economic developing model's implantation. Based on this premise, several conferences have happened around the world and, considering this, public and private initiatives for limits and rules of production and consumption are been also appeared. Besides, it have emerged respective penalties by legislation, as a general rule, according to eventual environmental noncompliance. On a parallel connection with this situation, it has also emerged a necessity to assessment environmental goods and services and this has made by environmental damages valuation methods. This work analised, suc as a case sutdy, the environmental damages of the permanent preservation areas located in Tijuco river watershed, in Minas Gerais State. This analysis was made in order to apply and discuss the methodological conception of CATE-DAI and DEPRN methodologies. It was also studied the main variables and conversion factors of these methods. The developing of this study was supported by documentary research and revision of documents, articles, laws and another specific environmental sources. It was applied the deductive approach, starting from general design of the methods to the analysis of variables and principal elements of each assessment model. It was identified the main issues of CATE-DAI and DEPRN methods according to their basic purpose, that is, the environmental damages economic assessment. It was verified at final, in relation of both methods implementation, the extreme importance of the conversion factors interpretation. There will be several mistakes, manipulations and distortions ot the outcomes if this has not been done. DEPRN method showed a subjective character on it mathematics formulation. It also presented a difficulty for environmental grievances election. CATE-DAI methodology, one another hand, showed a better consistence on its mathematical structure and efficiency on the conversion fator application. Finally, this work demonstrated that CATE-DAI method is more consistente than DEPRN methodology because that methodology has produced better results for the environmental damage assessment purposes.

Key words: Environmental damages. Environmental assessment methods.
Conversion factors. CATE-DAI. DEPRN.

LISTA DE SIGLAS

ACP – Ação Civil Pública

APP – Área de Preservação Permanente

NBR – Normas Brasileiras

CF – Constituição Federal

CATE – Custo Ambiental Total Esperado

DAI – Dano Ambiental Irreversível

DEPRN – Departamento Estadual de Proteção dos Recursos Hídricos

IEF – Instituto Estadual de Florestas

MMA – Ministério do Meio Ambiente

PNMA – Política Nacional de Meio Ambiente

PSA – Pagamento por Serviços Ambientais

VE – Valor de Existência

VERA – Valor Econômico dos Recursos Ambientais

VO – Valor de Opção

VUD – Valor de Uso Direto

VUI – Valor de Uso Indireto

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	8
1.1 OBJETIVOS.....	12
1.1.1 Objetivo Geral.....	12
1.1.2 Objetivo Específicos.....	12
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	13
2.1 BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO TIJUCO.....	13
2.2 VALORAÇÃO AMBIENTAL.....	14
3 METODOLOGIA.....	16
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	17
4.1 MÉTODOS DE VALORAÇÃO.....	17
4.1.1 Métodos dos Custos Totais Esperados – CATE.....	17
4.1.2 Método DEPRN.....	20
5 CONCLUSÃO.....	26
6 REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA.....	29
ANEXO A – DESCRIÇÃO E QUALIFICAÇÃO DOS AGRAVOS.....	32
ANEXO B – CRITÉRIO DE QUALIFICAÇÃO DOS AGRAVOS.....	34

1 INTRODUÇÃO

Desde o momento expansão populacional, ou seja, do crescimento exponencial da população mundial e da expansão dos setores agrícola e industrial, começaram a surgir os problemas com consumo desenfreado e rápido pelos recursos naturais, ocasionando desequilíbrio ecológico pois a capacidade de reposição/resiliência da natureza não suporta essa alta demanda.

Na análise feita por Sobrinho (2008), ao longo do tempo foram acontecendo conferências em todo o mundo com foco voltado ao desenvolvimento sustentável, e uma das mais inovadoras para a época foi o Relatório de Brundtland em 1972. Este relatório, a partir do conceito de desenvolvimento sustentável, estabeleceu novas formas de encarar o desenvolvimento econômico. Para a comissão, os países deveriam encará-lo com preservação ambiental. Para isso o concebeu como “O desenvolvimento que satisfaz as necessidades presentes, sem comprometer a capacidade das gerações futuras de suprir suas próprias necessidades”. Tal definição é utilizado até os dias atuais em nossa política ambiental, onde a Política Nacional de Meio Ambiente (PNMA – Lei nº 6.938/1981) tem por objetivo, em seu artigo 2º, a preservação, melhoria e recuperação da qualidade ambiental propícia à vida, no País, condições ao desenvolvimento sócio-econômico, aos interesses da segurança nacional e à proteção da dignidade da vida humana. Logo mais adiante a Constituição Federal de 1988, traz:

Artigo 225:

Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e À coletividade o dever de defendê-lo para as presentes e futuras gerações.

A partir dessa premissa, surgiram iniciativas públicas e privadas diante da necessidade em estabelecer limites de consumo e penalidades, que acarretaram na elaboração de legislações exequíveis com a realidade ambiental do Brasil. A Constituição Federal Brasileira de 1988, em seu artigo 225, por exemplo, passou a estabelecer a responsabilização para as infrações ambientais nas esferas penal, administrativa e civil, com vistas à preservação e proteção do meio ambiente equilibrado.

Note-se, neste sentido, que o disposto no parágrafo 3º, do art. 225, da CF-88, culminou na edição da Lei nº 9.605 de 12 de fevereiro de 1998, denominada Lei de Crimes Ambientais e Infrações Administrativas. Esta lei ambiental criminal, sob o mandamento constitucional de 1988, dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, responsabilizando pessoas físicas ou jurídicas que se tornem infratoras de dispositivos legais.

Tal dispositivo normativo veio inovar na esfera criminal, ao aqui também preconizar, tal como já proporcionado por outros diplomas legais, tais como a Política Nacional de Meio Ambiente (PNMA) e a Lei de Ação Civil Pública (ACP), a sistemática da valoração ambiental.

Assim, a Lei de Crimes Ambientais, por intermédio do seu artigo 19, determina a responsabilidade da perícia criminal em realizar a valoração econômica do crime sob apuração. Já o artigo 20, da mesma lei, estabelece a condenação dos responsáveis pelos danos causados ao meio ambiente, mostrando a relevância da valoração econômica na reparação dos danos causados. É importante lembrar que o Poder Judiciário não tem a sua disposição informações precisas sobre os prejuízos econômicos causados por lesões ao meio ambiente.

Uma série de fatores, dentre eles culturais, normativos, fiscalizadores e pela ausência de preços para os recursos ambientais (e os serviços por eles prestados) que contribuem para o uso excessivo dos recursos. Esses fatores podem conduzir a uma criação instantânea de mercados ambientais, porém tardiamente, uma vez que estes podem estar degradados a níveis irreversíveis, ou mesmo à situações de mercados nunca serem criados, levando à extinção completa do recurso. Considerando-se a possibilidade de inexistência de substitutos, providências precisam ser tomadas antes que essa possibilidade se materialize (NOGUEIRA et al., 2000).

Existem inúmeras discussões sobre o tema da valoração, capazes de fazer a ligação entre os recursos naturais e a estimativa econômica de seus proveitos. A valoração ambiental pode tratar de questões que vão desde os problemas mais amplos e gerais buscando estimar valores como os de danos ambientais causados pela devastação de uma grande área florestal ou pelo aumento da emissão de gases que provocam o “efeito-estufa”, até problemas mais específicos e

circunscritos, como as perdas decorrentes do derramamento de óleo ou os danos e impactos ambientais causados por um determinado projeto ou empreendimento.

No que se refere aos esforços em se tentar estimar os valores monetários para os recursos ambientais e, assim, fornecer subsídios técnicos embasados em aspectos biológicos, geológicos e geográficos para sua exploração racional, inserem-se metodologias, que vão desde criar um mercado hipotético para captar a disposição a pagar da população pelo recurso ambiental, à estimativa do preço do recurso natural através de uma função de produção, relacionando com a provisão do recurso e o preço de uma mercadoria no mercado.

Segundo Bromley (1995), ainda não há um consenso quanto à eficiência de um método em relação ao outro. Mesmo porque, não há como precisar o real preço de um bem ou serviço ambiental. Porém é importante ressaltar que existem tentativas em curso como nos conceitos e práticas de Pagamentos por Serviços Ambientais (PSA) e de serviços ecossistêmicos.

As perícias ambientais trazem luz a valoração monetária do bem natural, porém do ponto de vista jurídico, não é exigido uma metodologia de valoração específica, ficando sob responsabilidade do especialista ou perito decidir qual método mais apropriado para avaliar o dano provocado no meio ambiente. Elucidando a complexidade ambiental, os métodos não devem ser empregados de forma aleatória, uma vez que os resultados não representariam a magnitude da perda monetária do bem ambiental (MAGLIANO, 2013).

Dentro do viés dos danos ambientais provocados, quando avaliado *in loco*, o município de Ituiutaba - MG, apresenta, com respeito à grande maioria das perícias até aqui analisadas, casos envolvendo a avaliação da degradação/intervenção de vegetação nativa em áreas de preservação permanente, sendo o setor agrícola o principal responsável pela realização deste tipo de perícia ambiental.

A expansão do setor agrícola, ocorreu celeremente, e via de regra, de forma associada ao desmatamento, com consequências ambientais também sobre os recursos hídricos e, em última análise, na qualidade de vida, implicando urgentemente em uma gestão dos recursos naturais efetiva. Até porque, a conservação e preservação de vegetação nativa, principalmente naquelas ao longo

das nascentes e cursos d'água, assume destaque na proteção dos recursos hídricos (VALLE JÚNIOR et al. 2010).

O termo “áreas de preservação permanente” foi definido pela primeira vez no ora revogado Código Florestal brasileiro, Lei n. 4.771/1965, como “vegetação natural nas margens dos rios e ao redor de nascente e reservatório que tem função de proteção ambiental desses ambientes”.

Com uma maior robustez o novo Código Florestal (Lei n. 12.651, de 25 de maio de 2012) dispõe que as “áreas de preservação permanente” são “áreas protegidas, coberta ou não por vegetação nativa, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica e a biodiversidade, facilitar o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas”.

Oliveira-Filho et al. (1994), elenca uma série de problemas que a degradação da vegetação nativa situada ao longo dos cursos d'água provoca, como assoreamento, erosão das margens, elevação da turbidez da água consequentemente transportando substâncias poluidoras, como defensivos e fertilizantes agrícolas, essa última ainda pode acarretar em eutrofização de lagos.

As bacias hidrográficas são conceituadas como unidades de planejamento, trazendo a responsabilidade de diversos atores para a preservação da vegetação nativa no entorno de nascentes e cursos hídricos. Assim, o disciplinamento do uso e ocupação do solo adequados é o meio principal para conservação ambiental destes ambientes (TONELLO, 2005).

De acordo com Valle Junior et al. (2010) a bacia hidrográfica do rio Tijuco, está inserida em zona de intensa pressão de atividade agropecuária, além dos vários segmentos locais, trazendo à tona a conscientização para a problemática ambiental provocados por impactos antrópicos. São notório os impactos sentidos devido à redução da disponibilidade hídrica, decorrente da captação superficial, aos processos erosivos e consequente assoreamento dos corpos d'água.

O presente trabalho busca inferir, com base em alguns métodos previamente selecionados, sobre a identificação e escolha de uma metodologia de avaliação econômica de danos ambientais que seja mais adequada ao caso de dano ambiental relacionado às áreas de preservação permanente.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Geral

Comparar o desempenho dos métodos CATE-DAI e DEPRNA ao dano oriundo da supressão de vegetação nativa em área de preservação permanente (APP) na bacia do rio Tijuco no município de Ituiutaba – MG.

1.1.2 Específicos

Aplicar os métodos CATE-DAI e DEPRN com a finalidade de valorar os danos ambientais do presente estudo de caso;

Discutir a concepção metodológica dos métodos de avaliação utilizados com respeito às suas principais variáveis, mais especificamente, os fatores de conversão das metodologias propostas.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO TIJUCO

A bacia hidrográfica do rio Tijuco (Figura 1), município de Ituiutaba, com área aproximada de 1.335,1 km², região de grande significado econômico para o Estado de Minas Gerais, localiza-se no Triângulo Mineiro, entre as coordenadas geográficas 18°40' e 19°47' S e 47°53' a 50°13' W. O rio Tijuco nasce a 950 m de altitude, nas coordenadas 19°31'39,88" S; 47°54'41,40"W, no município de Uberaba - MG, e tem sua foz na cota de 526 m, sendo afluente da margem esquerda do rio Paranaíba, tendo como principais afluentes os rios Prata, Babilônia, Cabaçal, Douradinho, Panga, dentre outros.

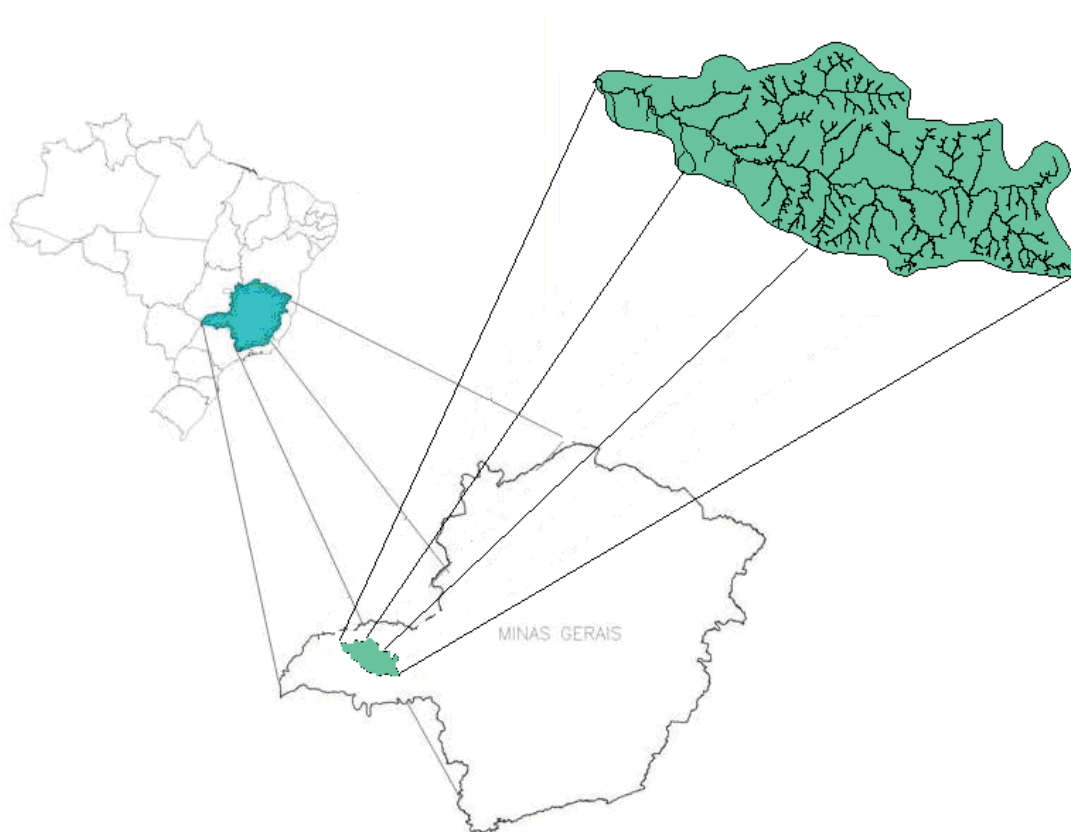


Figura 1: Localização da bacia hidrográfica do rio Tijuco, Minas Gerais.
Fonte: VALLE JÚNIOR et al., 2010

O clima da região é do tipo tropical, com duas estações bem definidas, uma chuvosa de outubro a abril e outra seca de maio a setembro. A média pluviométrica oscila entre 1.300-1.700 mm ano⁻¹, onde 50% precipitam nos meses de novembro a

fevereiro. Santos & Baccaro (2004), citado por Valle Junior et al. (2010), destaca que essa concentração da precipitação e a característica de chuvas muito intensas são fatores relevantes para a ocorrência dos processos erosivos. Logo, esse fator associado a supressão de vegetação nativa intensifica ainda mais a degradação como um todo na bacia.

A economia da bacia hidrográfica do rio Tijuco é basicamente mantida por atividades agrossilvipastoril, onde Silva (2012) em seus estudos mostra que até o ano de 2010, possuía 202.000 ha cultivados com cana-de-açúcar, correspondendo a 14% da área da bacia, a soja correspondia a 17% e o milho 6%.

Parte de região da bacia do rio Tijuco é enquadrada como área prioritária para conservação na categoria extremamente alta (MMA, 2002). Além de ser enquadrada como área prioritária, através da Portaria do Instituto Estadual de Florestas N° 122, de 22 de novembro de 2017, foi criada uma Unidade de Conservação na Categoria de Refúgio de Vida Silvestre, denominada - Refúgio de Vida Silvestre Estadual dos rios Tijuco e da Prata. O Instituto Estadual de Florestas (IEF) destaca que o refúgio totalizara por volta de 9.500 hectares e será constituída em sua maioria por áreas de preservação permanente e de reserva legal (Fonte via entrevista).

2.2 VALORAÇÃO AMBIENTAL

Segundo Hufschmidt et al. (1983, p.2-3) os métodos de valoração ambiental são técnicas específicas para quantificar “em termos monetários” os impactos econômicos e sociais de projetos cujos resultados numéricos vão permitir uma avaliação mais abrangente para efeito de comparações (apud NOGUEIRA et al., 2000, p.81-115).

Benjamin (2011) discorre, fundamentado por economistas, que a proteção do meio ambiente, deve ser atrativa, enfatizando o enfoque do *homo economicus*, onde:

Tudo o que fazemos, e toda a organização da sociedade moderna, há, goste-se ou não disso, uma orientação econômica. Assim, se queremos preservar nossas florestas e ecossistemas ainda inteiros, é preciso, antes de tudo, tornar isso economicamente interessante (p. 91).

O valor econômico dos recursos ambientais é resultado de suas peculiaridades intrínsecas ao uso ou não-uso do bem. Dessa forma Motta (1997) expressa o Valor Econômico dos Recursos Ambientais (VERA) na seguinte expressão:

$$\text{VERA} = (\text{VUD} + \text{VUI} + \text{VO}) + \text{VE}$$

Onde:

Valor de Uso Direto (VUD) – valor que os indivíduos atribuem a um recurso ambiental utilizado diretamente.

Valor de Uso Indireto (VUI) – valor que os indivíduos atribuem a um recurso ambiental quando o benefício deriva de funções ecossistêmicas.

Valor de Opção (VO) – valor que o indivíduo atribui em preservar recursos que podem estar ameaçados, para uso direto e indireto no futuro próximo.

Valor de Existência (VE) – valor que está dissociado do uso e do não-uso, esse valor intrínseco deriva de uma posição moral, cultural, ética ou altruística em relação aos direitos de existência das espécies, mesmo sem uso atual ou futuro.

O método VERA é recomendado pela norma NBR 14.653-6, a qual disserta sobre métodos e procedimentos para avaliação de recursos naturais, baseados em metodologias direcionadas à vertente “disposição de consumidores” a pagar por serviços ecológicos e funções ambientais. As metodologias na norma são classificadas em (1) método direto abrangendo somente os valores de uso direto e indireto do bem; e (2) método indireto o qual abrange tanto os valores uso direto e indireto quanto os valores de opção e de existência. (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2008).

Portanto o método de valoração econômica dos recursos ambientais, expresso por Motta (1997) e recomendado pela NBR, são fidedignos e abrangentes nos âmbitos de danos ambientais e acadêmicos. Com a alta demanda de processos exigindo perícias ambientais tais métodos passam a ser inexecutáveis pelos curtos prazos estipulados.

De qualquer forma, diante dessa premissa e da necessidade de celeridade, métodos de valoração também vêm sendo desenvolvidos a partir de uma diversidade de instituições, embora com caráter menos genéricos e mais fidedignos a determinadas situações de danos.

3 METODOLOGIA

Desenvolveu-se uma pesquisa exploratória-documental, pautando-se, para tanto, numa abordagem dedutiva. Assim, em termos inicialmente genéricos, foi realizada uma consulta, no Fórum de Ituiutaba - MG, nos processos ambientais onde os mesmos possuísem perícias ambientais.

No transcorrer desse levantamento, um grande percentual das perícias tratava de danos em vegetação nativa constituinte de áreas de preservação permanente inseridas em propriedades rurais com atividades agrícola e de pecuária.

Em consultas literárias de artigos científicos sobre a região de Ituiutaba, especificamente a bacia hidrográfica do rio Tijuco, obtivemos a informação sobre o déficit de áreas conservadas às margens dos rios de 2.334 hectares, segundo o estudo de Valle Junior et al. (2010).

A partir da gravidade e amplitude deste cenário de degradação ambiental, constatou-se, num contexto agora mais específico, a importância em valorar tais danos. Para tanto, diversas fontes de informações foram consultadas, como métodos de valoração, artigos, livros. Houve, ainda, um estudo abrangente no âmbito de legislações, como decretos, normativas, leis, códigos e políticas referente ao complexo estudo ambiental.

Com base nessas informações foram considerados dois métodos de valoração, sendo: CATE-DAI – Custos Ambientais Totais Esperados-Danos Ambientais Irreversíveis (Ribas, 1996; Ribas, 2010) e Método DEPRN (GALLI, 1996).

Foi adotado o valor venal, de área florestada, a partir do Decreto n. 8.691, de 26 de janeiro de 2018. O valor para a região é de R\$ 21.934,35 o alqueire¹, convertendo para hectare o valor é de R\$ 4.531,89.

De acordo com Antoniazzi et.al. (2006), os custos de restauração florestal no Brasil, para plantio de mudas nativas custa em torno de R\$ 8.900,00² o hectare. Para ambos os métodos será utilizado esse valor, para que não haja conflitos/deturpação no resultado final.

¹ Considera-se que: 1 ha = 10.000 m²; 1 alqueire = 4,84 ha.

² Valor obtido a partir dos custos de restauração florestal realizados na região de Ituiutaba – MG.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 MÉTODOS DE VALORAÇÃO

4.1.1 Método dos Custos Totais Esperados – Danos Ambientais Irreversíveis

Segundo Ribas (1996), complementado por Ribas (2010), o método CATE-DAI é tratado como sendo a renda perpétua que a sociedade estaria disposta a receber, pelo dano ambiental, em decorrência da indenização (pecuniária ou não) de determinado tipo de degradação ambiental.

O CATE-DAI propõe, inicialmente, duas vertentes de tratamento dos casos de degradação ambiental: i) vertente associada aos Danos Ambientais Intermitentes (CATE I); ii) e vertente associada aos Danos Ambientais Contínuos (CATE II).

Danos ambientais intermitentes são danos provocados uma única vez, não contínuos e sem riscos ambientais contínuos, como por exemplo supressão de vegetação. Ao contrário dessa vertente, o dano ambiental contínuo é recorrente e com riscos ambientais vinculados de maneira contínua, como por exemplo, a destinação inadequada de resíduos sólidos em determinada área. Ambas as vertentes são expressas por equações matemáticas pertinentes a cada peculiaridade de recorrência do dano ou não.

Utilizou-se, neste trabalho, particularmente a vertente dos danos ambientais intermitentes (CATE I), visto ter sido julgada aqui como a mais indicada para o estudo de caso em análise. Isto porque, uma vez que as alterações antrópicas em áreas de preservação permanente não tendo sido caracterizadas como ocorrendo continuamente (anualmente), foram consideradas, consequentemente, como tendo sido decorrentes de uma única e inicial intervenção.

A equação matemática do método dos custos totais para danos ambientais intermitentes é mostrada a seguir (RIBAS, 1996):

$$CATE\ I = \frac{(V_c + C_d \cdot F_{i/d}) \cdot (1+j)^n}{(1+j)^n - 1}$$

Onde,

V_c = Valor comercial da área, benefício direto a ser auferido por motivo econômico, etc. (em unidade monetária por unidade de área);

C_d = Custos ambientais (valor presente) para fins de reparação dos danos ambientais diretos, para efeito da consideração dos valores ambientais diretos, em unidade monetária por unidade de área;

$F_{i/d}$ = Fator de conversão de custos ambientais diretos em indiretos;

j = Taxa de juros (6% ao ano);

n = Período de rotação, horizonte de ocorrência dos efeitos ambientais no tempo (normalmente, uma geração – 25 anos)

O fator de conversão $F_{i/d}$ é dado a partir de uma escala comparativa, de 1 a 9, em função da relação dos danos ambientais diretos (d) e indiretos (i), Tabela 1:

TABELA 1. Fator de relação dos danos ambientais diretos (d) e indiretos (i).

FATOR	CONDIÇÃO
1	Relação de predominância inexistente de i sobre d
3	Pequena predominância de i sobre d
5	Significativa predominância de i sobre d
7	Predominância muito forte de i sobre d
9	Predominância absoluta de i sobre d
2,4,6,8	Valores intermediários

FONTE: RIBAS, 1996.

Em complementação à esta metodologia o método CATE, inicialmente abordado em Ribas (1996), foi complementando com o cálculo de irreversibilidade do dano ambiental para determinado período (RIBAS, 2010).

Isto ocorreu em face do entendimento jurídico vigente à época, no sentido de que só seria cabível a indenização da parte dos danos ambientais concretamente caracterizadas como “irreversíveis”.

Assim, Ribas (2010) entendeu que o caráter de irreversibilidade dos danos ambientais dar-se-ia durante o período decorrido entre o estabelecimento do cenário de danos ambientais em determinada área e a implementação das medidas ambientais de mitigação, correção, prevenção, controle, compensação e/ou eventual indenização ambiental.

A equação matemática para danos ambientais irreversíveis é (RIBAS, 2010):

$$DAI = CATE [(1+j)^t - 1]$$

Onde:

DAI = Dano ambiental irreversível;

t = Período de rotação, horizonte de ocorrência dos efeitos ambientais no tempo.

j = taxa de juros ao ano (%);

CATE = CATE I ou CATE II.

Os parâmetros de entrada no caso da supressão de vegetação nativa de APP's são: Vc: R\$4.531,89; Cd: R\$8.900,00; F_{id}: 5; j: 6% ao ano; n: 25 anos.

$$CATE I = \frac{(4.531,89 + 8.900,00 \times 5) \times (1+0,06)^{25}}{(1+0,1)^{25} - 1} = R\$63.926,59$$

Nota-se que todos os cálculos foram realizados a partir de área de referência correspondente a 1 hectare.

Observa-se, particularmente, a utilização do item Vc, por ficar entendido que o infrator ao suprimir a vegetação, utilizou a área desmatada para obter vantagem econômica em função do dano.

Ao atribuir o valor 5 para o fator de conversão (Tabela 1) de custos ambientais diretos e indiretos, levou-se em consideração significativa predominância do dano indireto ao dano direto. Os danos indiretos considerados foram os impactos negativos que a supressão em APP's provoca ao meio ambiente, quais sejam, entre outros, o assoreamento dos recursos hídricos com consequente percolação dos resíduos de defensivos agrícolas; alteração da qualidade da água (contaminação); diminuição da capacidade de infiltração de água no solo; afugentamento da fauna e perda de diversidade local e/ou regional. As APP's são áreas com importantes funções ecológicas, como preservação dos mananciais e dos solos adjacentes a eles, com proteção ambiental prevista na Constituição Federal e Código Florestal. Outro fator que justifica o elevado fator de conversão, é que no presente estudo, a mesma faz parte de unidade de conservação de proteção integral denominada Refúgio de Vida Silvestre instituída pelo IEF. Portanto a área onde o dano foi

provocado é de alta relevância ecológica, devendo ser associada ao mais elevado $F_{i/d}$.

Foi utilizada a taxa de juros de 6% ao ano, valor esse utilizado no mercado financeiro de modo geral (RIBAS, 1996).

O intervalo de tempo adotado para análise de valor pecuniário de danos é de 25 anos. Conforme citado por Ribas (1996), esse período de rotação, e o que define o horizonte de ocorrência dos efeitos ambientais no tempo, em outras palavras é o que se considera como provável que o ambiente recuperado leva em torno de 25 anos para voltar próximo da sua função ecológica original. É presumível que o ambiente que tenha sofrido impacto negativo, leva tempo elevado para retornar a sua capacidade mais próxima do que existia anteriormente. Ainda se ressalva que cada ambiente possui especificamente sua capacidade de resiliência, existindo controvérsias quanto a esse tempo.

Aplicando o resultado do CATE I = R\$63.926,59 na equação para danos irreversíveis, temos:

$$DAI = R\$63.926,59 [(1 + 0,06)^{10} - 1] = R\$50.556,19$$

Nota-se que para aplicação do método DAI, foi utilizado o intervalo de tempo de 10 anos. Pois na aplicação da fórmula DAI o tempo é determinado em função do tempo em que ocorreu a degradação até a valoração do dano. Adotou esse tempo presumindo que as degradações nas APP's tenham ocorrido pouco antes do estudo realizado por Valle Junior et al. (2010).

Segundo o método CATE-DAI o valor do dano ambiental no local do estudo é R\$50.556,19 por hectare.

4.1.2 Método DEPRN

Este método de valoração foi elaborado pelo extinto Departamento Estadual de Proteção de Recursos Naturais (DEPRN) da Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo. O modelo de valoração econômica do dano ambiental inclui o

custo de recuperação do impacto, o valor de exploração dos bens afetados e um conjunto de critérios, utilizado para qualificar os agravos do dano (GALLI, 1996).

Aplicação da metodologia consiste no uso de um quadro e uma tabela (Anexo A e Tabela 2).

O Quadro 1 descreve o meio ambiente em seis vertentes ambientais, sendo elas: ar, água, solo/subsolo, fauna, flora e paisagem. Para cada vertente são descritos dois tipos de dano e, para cada tipo de dano aplica-se critérios de qualificação dos agravos para cada um. É importante elencar os aspectos ambientais afetados e, para cada um deles, os tipos de danos no ambiente degradado/danificado/impactado.

Após essa definição e qualificação dos danos, é possível para cada vertente, a verificação dos agravos, podendo assim qualificá-los de acordo com critérios preestabelecidos, apresentados no Apêndice A. Logo após através da soma do resultado obtido a partir da qualificação dos agravos aos critérios preestabelecidos é possível atribuir o fator de multiplicação indicado na Tabela 2.

Finalmente, faz-se o produto do somatório dos fatores de multiplicação e custo de recuperação/exploração, para a estimativa de valor do dano ambiental.

Equação utilizada para esse cálculo (GALLI, 1996):

$$\text{Indenização} = \sum (\text{Fator de multiplicação}) \times \text{Valor de Exploração}$$

Onde:

Valor de Exploração: é o preço de mercado dos bens apropriados ou lesados, como exemplo, o valor de mercado da tora ou lenha provenientes de um desmatamento irregular ou valor da areia proveniente de exploração irregular.

Para bens que não possuem valor de mercado estabelecido como atmosfera, ecossistema aquático, pode-se utilizar o custo de recuperação do recurso lesado. A equação utilizada é a mesma, porém no lugar de valor de exploração usa-se o valor de recuperação, onde:

$$\text{Indenização} = \sum (\text{Fator de multiplicação}) \times \text{Valor de Recuperação}$$

Onde:

Valor de Recuperação: é necessário estimar os custos financeiros da recuperação do dano, através da indicação da técnica mais adequada de recuperação.

Para o caso analisado, qual seja o de supressão em APP's, foram utilizadas cinco das seis vertentes ambientais descritas no método em questão. Os critérios de seleção dessas vertentes foram os danos provocados e a importância ambiental de cada uma, onde o impacto causado diretamente ocorreu sobre a flora. Os danos provocados, sobre essa vertente, afetam diretamente todas as outras vertentes, ou seja, a supressão desencadeará impactos negativos na diversidade de fauna, na dinâmica do solo e da água, e na descaracterização da paisagem. É importante lembrar que todas as vertentes avaliadas são salvaguardadas por legislações, decretos, regulamentos e outros. Seguindo o mesmo prisma, as APP's, como citado no método anterior.

Em relação a vertente flora, utilizou os dois tipos de dano por se tratar de área maior que 0,1ha: (1) Danos aos indivíduos e (2) Impacto na dinâmica da comunidade. Os critérios de avaliação dos agravos para cada, estão discriminados a seguir:

Para danos aos indivíduos, são: áreas protegidas = 3 (totalmente inserido); espécies ameaçadas de extinção = 2 (suposta); espécies endêmicas = 1 (suposta ocorrência); favorecimento da erosão = 2 (fortes indícios); dano ao patrimônio ou monumento natural = 2 (comprovado); objetivando comercialização = 1 (atividade secundária).

Para impacto na dinâmica da comunidade: morte ou dano a fauna = $2 \times 1,5 = 3$ (fortes indícios); importância relativa = $3 \times 1,5 = 4,5$ (área maior que 30 vezes a área degradada); alteração dos nichos ecológicos = $3 \times 1,5 = 4,5$ (comprovada); previsão de reequilíbrio = $3 \times 1,5 = 4,5$ (longo prazo).

Somando os valores dos critérios e utilização da tabela 2 resulta o fator de multiplicação 12,8.

Quanto a vertente fauna (impactos na dinâmica) os agravos avaliados foram: alteração dos nichos ecológicos = $3 \times 1,5 = 4,5$ (comprovada); previsão de reequilíbrio = $3 \times 1,5 = 4,5$ (longo prazo). Somando esses valores dos critérios, resulta no fator de multiplicação 1,6.

Em relação a vertente água (impactos na hidrodinâmica) os agravos avaliados foram: morte ou dano à fauna = $1 \times 1,5 = 1,5$ (suposto); morte ou dano à flora = $1 \times 1,5 = 1,5$ (suposto); alteração da vazão/volume de água = $1 \times 1,5 = 1,5$ (não significativa); previsão de reequilíbrio = $2 \times 1,5 = 3$ (médio prazo). Somando esses valores dos critérios, resulta no fator de multiplicação 1,6

Quanto ao solo/subsolo (impactos na dinâmica) os agravos avaliados foram: alteração na capacidade do uso da terra = $3 \times 1,5 = 4,5$ (em uma classe); previsão de reequilíbrio = $2 \times 1,5 = 3$ (médio prazo). Somando esses valores dos critérios, resulta no fator de multiplicação 1,6.

Quanto a paisagem (dano a paisagem) os agravos avaliados foram: áreas ou municípios protegidos = 3 (dentro); proximidade a centros urbanos = 3 (centro urbano distante até 10km); reversão do dano = 2 (médio custo). Somando esses valores dos critérios, resulta no fator de multiplicação 1,6.

A vertente ambiental Ar não foi incluída, pelo dano provocar baixo impacto ao mesmo.

Foram somados todos os fatores de multiplicação das vertentes e aplicados na equação.

O produto do fator e dos custos de recuperação (R\$8.900,00/hectares) da área suprimida resulta no valor do dano ambiental em questão.

$$\text{DEPRN} = \sum (12,8 + 1,6 + 1,6 + 1,6 + 1,6) \times 8900$$

$$\text{Valor do dano} = \text{R\$}170.880,00$$

O valor econômico do dano ambiental, segundo método DEPRN foi de R\$ R\$170.880,00.

Tabela 2: Índices numéricos correspondentes à qualificação dos agravos, segundo o aspecto do meio ambiente e o fator de multiplicação.

Vertentes Ambientais	Intervalo do índice de qualificação dos agravos				
Ar	≤ 6,8	≤ 13,6	≤ 20,4	≤ 27,2	≤ 34,0
Água	≤ 7,2	≤ 14,4	≤ 21,6	≤ 28,8	≤ 36,0
Solo-Subsolo	≤ 7,5	≤ 15,0	≤ 22,5	≤ 30,0	≤ 37,5
Fauna	≤ 6,4	≤ 12,7	≤ 19,2	≤ 25,6	≤ 32,0
Flora	≤ 6,6	≤ 13,2	≤ 19,8	≤ 26,4	≤ 33,0
Paisagem	≤ 8,0	≤ 16,8	≤ 24,0	≤ 32,0	≤ 40,0
Fator Multiplicador	1,6	3,2	6,4	12,8	25,6

Fonte: Galli, 1996.

Os resultados, amostrados na tabela 3, obtidos a partir da aplicação dos dois métodos.

Tabela 3: Resultado dos valores do dano ambiental.

Método	Valor (R\$)
CATE-DAI	50.556,19
DEPRN	170.880,00
Média	145.312,40

É notória uma discrepância nos resultados finais, onde o método DEPRN apresentou um valor em torno de 3,4 maior que o método CATE-DAI. Em outros estudos sobre aplicação de diferentes métodos, como Cordioli (2013) e Cotrim (2012), que usaram dentre esses, outros métodos, existiram tais variações nos valores dos danos. Portanto esses resultados não interferem na eficácia do trabalho, os valores contemplados são resultados diretos da forma que foi empregada as variáveis em seus respectivos métodos. Pois o mais importante em uma valoração ambiental é a forma de interpretação, aplicação e ausência de subjetividade dessas variáveis, portanto, são elas que direcionam autenticidade da valoração monetária

Para ambos os métodos é necessário a valoração da recuperação do dano provocado, para a partir desse ponto iniciar os cálculos.

A equação matemática proposta por Ribas (1996) é de simples aplicação, cabendo ao responsável da valoração a interpretação e aplicação do fator de conversão, pois essa análise os danos diretos e indiretos são quem direcionam a magnitude do dano ambiental. Para a determinação do fator de conversão, exige-se profunda compreensão técnica entre o dano direto e dano indireto, pois esse é o

ponto primordial desse método, uma vez que caso a interpretação seja compreendida de forma equivocada, todo o resultado estará comprometido.

O método de DERPNI é o produto da equação do resultado da qualificação dos danos junto com o valor da recuperação mais os valores agregados pela qualificação de cada dano provocado ao meio ambiente.

Vale observar o caráter de subjetividade quanto a estruturação da equação que avalia monetariamente o dano ambiental nesse método. Para interpretação e aplicação das variáveis da metodologia, essa deveria ter sido proporcionado a partir de um tratamento matemático-analítico a fim de deduzir o fator final, e não proporcionado em cima de uma somatória final, pois tal somatória poderá ser negligenciada e até manipulada, atribuindo valores altos ou valores baixos aos agravos, e dessa forma poderá alterar completamente o resultado final

Outra dificuldade encontrada foi de se relacionar o dano ao agravo. Em se tratando de supressão, a vertente analisada mais profundamente foi a flora, e consequentemente a esse dano foram analisadas as vertentes fauna, solo, água e paisagem, e para as quatro havia dano de morte; ou dano à flora; ou dano à fauna, e quanto a isso houve uma certa confusão sobre qual qualificá-la, ou se seria qualificada nas quatro vertentes. Por não existir na metodologia um direcionamento quanto ao que se eleger de agravo ou não, pode ser que tenham elegidas variáveis a mais ou a menos. É importante ressaltar que os valores de multiplicação para o intervalo do índice de qualificação dos agravos possuem valores distintos, cada qual dentro da devida importância de magnitude para cada da vertente ambiental.

5 CONCLUSÃO

O mais importante nesse estudo não são os valores finais, pois o estudo da valoração aqui discutido foi referente a um dano recorrente na região da bacia do rio Tijuco, portanto o mérito em questão foi a interpretação das variáveis que foram atribuídas aos métodos aplicados, uma vez que quantitativamente nenhum método pode ser necessariamente comparado pois partem de premissas diferentes.

Vale lembrar que o estudo buscou utilizar parâmetros, valores, unidades e variáveis homogêneas para ambos os métodos, permitindo uma padronização entre eles.

Quanto a aplicação dos fatores de conversão é importante considerar inúmeras variáveis, conforme mostra o fluxograma da figura 2, que por sua vez essas se interligam de forma direta e indiretamente.

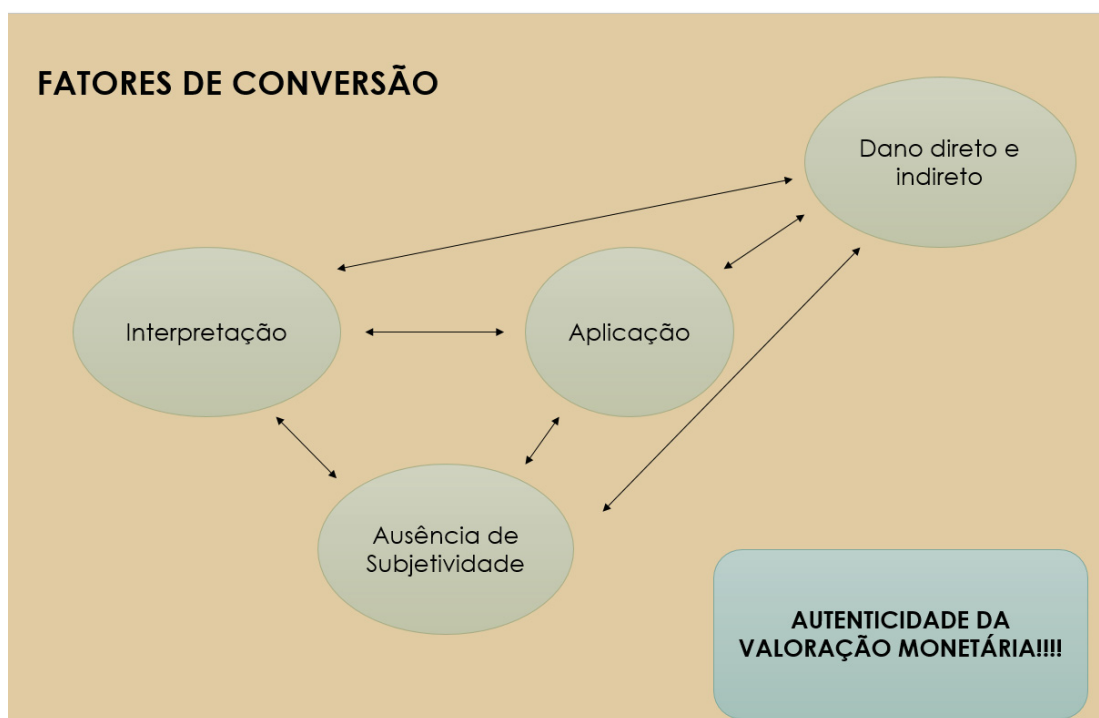


Figura 2: Fluxograma de variáveis quanto a aplicação dos fatores de conversão.

Com respeito aos fatores de conversão, ambas as metodologias se valem deste parâmetro para fins, ocorre que CATE-DAI utiliza um fator que, além de distinto, tem considerações distintas e relações matemáticas também distintas – multiplicativa, enquanto que o método do DEPRN considera variáveis distintas, relações distintas, porém tem uma base aditiva – soma.

Essa forma linear de análise do fator que o método CATE apresenta em sua expressão matemática, impede a amplitude de elencar inadequadamente os impactos provocados, pois existindo o dano indireto sobre o direto o que se considera é a magnitude do dano e a relevância ecológica do bem ambiental.

A aplicação dos fatores de conversão, exige-se um profundo e robusto conhecimento dos impactos provocados, e a predominância dos danos indiretos sobre os danos diretos, pois qualquer subjetividade e interpretação equivocada poderá pôr em risco a legitimidade da valoração, sendo assim, é importante e necessário uma equipe multidisciplinar para abranger toda a magnitude da degradação ambiental e relevância ecológica naquele ambiente em estudo.

A ausência de diretrizes metodológicas para aplicação do método DEPRN, deixa um viés de subjetividade, dúvidas e insegurança quanto a sua aplicação. Ao classificar as vertentes, o profissional que está aplicando o método, poderá quantificar as mesmas de forma equívoca, superestimando ou minimizando o fator de conversão. Tal subjetividade poderia ser sanada seguindo um padrão linear especificando o parâmetro de seleção da qualificação dos agravos para os danos mais recorrentes.

Juridicamente o que realmente importa é a avaliação econômica dos danos ambientais irreversíveis, sendo possível identificar o componente da irreversibilidade no método CATE, sendo representado na expressão DAI, quanto ao método DEPRN, pode ser que esse tenha o componente de forma agregada intrinsecamente aos agravos, porém não apresenta de forma clara ao entendimento do método.

Cumprе ressaltar que todo e qualquer modelo de avaliação econômica de danos ambientais irreversíveis, qual seja, o que se persegue, efetivamente, independentemente da irreversibilidade, é a recuperação ambiental do meio ambiente degradado e isto, não é captado dentro de nenhum método propriamente dito, mas sim, externamente, a partir da recomendação das medidas ambientais pertinentes, quais sejam correção, prevenção, mitigação, compensação, de monitoramento ambiental, dentre outras, por parte dos órgãos técnicos.

Ressalta-se que dentre a maioria dos profissionais, notadamente os peritos judiciais e assistentes técnicos que atuam em demandas ambientais relacionadas à avaliação dos danos ambientais perseguem na verdade uma metodologia que seja padronizada.

Posto isso, este estudo sugere a utilização do método CATE-DAI, não por expressar valores monetários mais baixos, e sim por apresentar fator de conversão direcionado à sobreposição de um dano ao outro, no caso dano indireto sobre dano direto. Ambiguamente, o fator de multiplicação do método DEPRN, abrange um campo de variáveis intangíveis, onde o autor ao fazer a interpretação de maneira ampla, poderá se perder quanto a flexibilidade em se eleger e qualificar um ou outro dano.

6 REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

ANTONIAZZI, L., SARTORELLI, P., COSTA, K., BASSO, I. Restauração Florestal em cadeias agropecuárias para adequação ao código florestal – Análise econômica de oito estados brasileiros. INPUT, São Paulo. 2006.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14.653 – Parte avaliação de recursos naturais e ambientais**. Rio de Janeiro. 2008.

BENJAMIN, A. H. **A natureza no direito brasileiro: coisa, sujeito ou nada disso**. Revista do programa de Pós-graduação em Direito – UFC, Ceará, v. 31, n.1, p. 79-96. 2011.

BRASIL. Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Atos2011-2014/2012/Lei/L12651.htm. Acesso em: 25 ago. 2018

_____. Constituição (1988). **Constituição da República Federativa do Brasil**. Brasília: Senado, 1998. Disponível em: <http://www.stf.jus.br/arquivo/cms/legislacaoConstituicao/anexo/CF.pdf>. Acesso em: 15 de Junho. 2018.

_____. Lei nº 9.605 de 12 de fevereiro de 1998. Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e dá outras providências. Disponível em http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9605.htm. Acesso em 25 de julho de 2018.

_____. Lei nº 7.347, de 24 de Julho de 1985. Disciplina a ação civil pública de responsabilidade por danos causados ao meio-ambiente, ao consumidor, a bens e direitos de valor artístico, estético, histórico, turístico e paisagístico (VETADO) e dá outras providências. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/CCivil_03/leis/L7347orig.htm. Acesso em: 17 de junho.

_____. Lei nº 6.938 de 31 de agosto de 1981. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=313>. Acesso em: 17 junho. 2018.

_____. Lei nº 4.771, de 15 de setembro de 1965. Código Florestal Brasileiro. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L4771.htm. Acesso em: 29 de agosto de 2018.

BROMLEY, D. W. *Handbook of environment economics*. Cambridge: Blackwell Publisher,. 1995. 705p.

CARDIOLI, M. L. A. **Aplicação de diferentes métodos de valoração econômica do dano ambiental em um estudo de caso da perícia criminal do estado de Santa Catarina**. 156 f. Dissertação (Mestrado profissional) – Setor de Programa de Pós-graduação em Perícias Criminais Ambientais, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2013.

COTRIM, J. **Modelos de valoração econômica de danos ambientais a partir de um estudo de caso**. 152 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Meio Ambiente Urbano e Industrial) – Setor de tecnologia, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2012.

INSTITUTO ESTADUAL DE FLORESTAS, 2017. Portaria nº 122, de 22 de novembro de 2017. Dispõe sobre as atribuições, localização e subordinação das Agências Avançadas de Meio Ambiente, Unidades de Conservação, Viveiros Florestais e dos CETAS e CRAS geridos pelo IEF, através de suas respectivas Unidades Regionais de Florestas e Biodiversidade. Disponível em: <http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=45500>. Acesso: 29 de agosto de 2018.

GALLI, F. Valoração de danos ambientais: subsídio para ação civil. **Série Divulgação e Informação**, 193, Companhia Energética de São Paulo, CESP, São Paulo, 1996.

MAGLIANO, M. M. **Valoração Econômica em laudos periciais de crimes contra o meio ambiente**. 116 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Perícias Criminais Ambientais), Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis – SC, 2013.

MMA - MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. 2002. **Avaliação e identificação de áreas e ações prioritárias para a conservação, utilização sustentável e repartição dos benefícios da biodiversidade nos biomas brasileiros**. Brasília, Ministério do Meio Ambiente. 404 p

MINAS GERAIS. Decreto nº 8.691, de 26 de janeiro de 2018. Atualiza a pauta de valores venais de imóveis rurais para o exercício fiscal de 2018 e dá outras providências. Disponível em: <https://static-data.com.br/pmi/upload/publicacoes/decreto-n-8-691-de-26-de-janeiro-de-2018.pdf>. Acesso em: 30 ago. 2018.

MOTTA, R. S. **Manual para valoração econômica de recursos ambientais**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, dos Recursos Hídricos e da Amazônia Legal, 1997.

NOGUEIRA, J. M., MEDEIROS, M. A., ARRUDA, F. S. **Valoração econômica do meio ambiente: ciência ou empiricismo?** Cadernos de Ciência & Tecnologia, Brasília, v. 17, n. 2, p. 81-115, Maio/ago. 2000.

OLIVEIRA-FILHO, A. T.; ALMEIDA, R.J. de; MELLO, J.M. de; GAVILANES, M.L. Estrutura fitossociológica e variáveis ambientais em um trecho de mata ciliar do córrego Vilas Boas, Lavras (MG). **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 17, n.1, p. 67-85. 1994.

RIBAS, L. C. Danos ambientais irreversíveis - o valor de indenização ambiental. 2010. Disponível em: <http://www.fca.unesp.br/Home/Instituicao/Departamentos/Gestaoetecnologia/docentes/cateind.pdf>. Acesso em: 29 de agosto de 2018.

_____. **Metodologia valoração de danos ambientais – caso florestal**. Tese (Doutorado) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, USP, São Paulo, 1996.

SILVA, M. H. C. R. **Bacia Hidrográfica do Rio Paranaíba**: análise da dinâmica populacional, mudanças no uso do solo e impactos na disponibilidade hídrica. 149 f. Dissertação (Mestrado - Meteorologia agrícola) Departamento de engenharia agrícola. Universidade Federal de Viçosa, Viçosa- MG, 2012.

SOBRINHO, C. A. **Desenvolvimento sustentável**: uma análise a partir do Relatório Brundtland. 198 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Sociais) - Faculdade de Filosofia e Ciências, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Marília – SP, 2008.

VALLE JUNIOR, F. R., PISSARRA, T. C.T., PASSOS, A. O., RAMOS, T. G. ABDALA, V. L. Diagnósticos das áreas de preservação permanente na bacia hidrográfica do Rio Tijuco, Ituiutaba – MG, utilizando tecnologia SIG. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 30, n. 3, p. 495-503, mai/jun. 2010.

TONELLO, K.C. **Análise hidroambiental da bacia hidrográfica da Cachoeira das Pombas, Guanhães - MG**. 2005. 69 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa - MG, 2005.

ANEXO A

DESCRIÇÃO E QUALIFICAÇÃO DOS AGRAVOS, SEGUNDO O ASPECTO DO AMBIENTE E TIPO DO DANO – MÉTODO DEPRN

Aspecto	Descrição e qualificação dos agravos							
	Tipo de Dano	Toxicidade da emissão	Proximidade de centros urbanos	Áreas protegidas	Comprometimento do aquífero	Morte ou dano a fauna	Morte ou dano a flora	Dano ao Patrimônio ou Monumento Natural
Atmosfera	Impacto causado pela emissão de gases, partículas, agentes biológicos, energia	Morte ou dano à Fauna	Morte ou dano à fauna	Alteração da qualidade do ar	Previsão do reequilíbrio			
	Dinâmica Atmosférica (x1,5)							
Água	Impacto causado por compostos químicos, físicos, biológicos, energia	Toxicidade da emissão	Comprometimento do aquífero	Áreas protegidas	Danos ao Solo e ou subsolo	Morte ou dano a fauna	Morte ou dano a flora	Dano ao Patrimônio ou Monumento Natural
	Impactos na hidrodinâmica (x1,5)	Morte ou dano à Fauna	Morte ou dano à fauna	Alteração da classe do corpo hídrico	Alteração da vazão/volume de água	Previsão de reequilíbrio		
Solo / Subsolo	Impacto causado por compostos químicos, físicos, biológicos, energia	Toxicidade da emissão	Comprometimento do aquífero	Áreas protegidas	Assoreamento do corpo hídrico	Morte ou dano a fauna	Morte ou dano a flora	Dano ao Patrimônio ou Monumento Natural
	Impactos na	Morte ou dano	Morte ou dano à	Alteração na	Dano ao relevo	Previsão de		

	dinâmica solo/subsolo (x1,5)	à Fauna	fauna	capacidade de uso da terra		reequilíbrio		
Fauna	Danos aos indivíduos	Áreas protegidas	Espécies ameaçadas de extinção	Espécies endêmicas	Fêmeas	Objetivando comercialização		
	Impactos na dinâmica da comunidade (x1,5)	Importância relativa	Morte ou dano à fauna	Alteração dos nichos ecológicos	Previsão de reequilíbrio			
Flora	Danos aos indivíduos	Áreas protegidas	Espécies ameaçadas de extinção	Espécies endêmicas	Favorecimento da erosão	Dano ao patrimônio ou monumento natural	Objetivando comercialização	
	Impactos na dinâmica da comunidade (x1,5)	Morte ou dano à Fauna	Importância relativa	Alteração dos nichos ecológicos	Previsão de reequilíbrio			
Paisagem	Dano à paisagem	Áreas ou municípios protegidos	Proximidade de centros urbanos	Reversão do dano	Comprometimento do aquífero	Comprometimento do solo ou subsolo	Morte ou dano à fauna	Morte ou dano a flora
	Dano ao patrimônio cultural, histórico, turístico, arquitetônico e artístico (x1,5)	Proximidade de centros urbanos	Reversão do dano	Comprometimento do aquífero	Comprometimento do solo-subsolo	Morte ou dano à fauna	Morte ou dano a flora	

Fonte: Galli, 1996.

ANEXO B

CRITÉRIOS DE QUALIFICAÇÃO DE AGRAVOS - MÉTODO DEPRN

1) AR

Os agravos descritos na linha Impacto na dinâmica atmosférica da Tabela 1, têm os seus valores multiplicados por 1,5.

- Toxicidade da emissão (baseada em literatura científica):
 - Comprovada = 3
 - Fortes indícios = 2
 - Suposta = 1

- Proximidade de centros urbanos (baseado em censo demográfico):
 - Centro urbano (população ≥ 60.000 hab) distante até 10km = 2
 - Centro urbano (população ≥ 60.000 hab) distante até 25km = 1

- Localização em relação a áreas protegidas (Unidades de Conservação):
 - Dentro da área = 2
 - Sob influência = 1

- Comprometimento do aquífero, decorrente do dano ao ar (estudar o aspecto água):
 - Comprovado = 2
 - Suposto = 1

- Morte ou dano à fauna, decorrente do dano ao ar (estudar o aspecto fauna):
 - Comprovado = 2
 - Suposto = 1

- Morte ou dano à flora, decorrente do dano ao ar (estudar o aspecto flora):
 - Comprovado = 2
 - Suposto = 1

- Dano ao patrimônio cultural, histórico, artístico, arquitetônico e turístico e/ou monumentos naturais, decorrente do dano ao ar (estudar o aspecto paisagem):

- Comprovado = 2
- Suposto = 1

- Alteração da qualidade do ar:

- Estado de emergência = 3
- Estado de Alerta = 2
- Estado de Atenção ou péssimo = 1

- Previsão de reequilíbrio (caso não haja possibilidade de previsão de prazo, utilizar o critério custo de recuperação ou dos equipamentos preventivos: baixo custo = 1; médio custo = 2; alto custo = 3):

- Curto prazo = 1
- Médio prazo = 2
- Longo prazo = 3

2) ÁGUA

Os agravos descritos na linha Impacto na hidrodinâmica (alteração do fluxo e/ou vazão) da Tabela 1, têm seus valores multiplicados por 1,5.

- Toxicidade da emissão (baseada em literatura científica):

- Comprovada = 3
- Fortes indícios = 2
- Suposta = 1

- Comprometimento do aquífero:

- Comprovado = 3
- Fortes indícios = 2
- Suposto = 1

- Localização em relação as áreas protegidas (Unidades de Conservação e Áreas de Preservação Permanente definidas em legislação):
 - Dentro = 3
 - Na mesma bacia hidrográfica à montante = 2
 - Na mesma bacia hidrográfica à jusante = 1

- Dano ao complexo solo/subsolo, decorrente do dano à água (estudar o aspecto solo/subsolo):
 - Comprovado = 3
 - Fortes indícios = 2
 - Suposto = 1

- Morte ou dano à fauna, decorrente do dano à água:
 - Comprovado = 2
 - Suposto = 1

- Morte ou dano à flora, decorrente do dano à água (estudar o aspecto flora):
 - Comprovado = 2
 - Suposto = 1

- Dano ao patrimônio cultural, histórico, artístico, arquitetônico e turístico e/ou monumentos naturais, decorrente do dano à água (estudar o aspecto paisagem):
 - Comprovado = 2
 - Suposto = 1

- Alteração da classe do corpo hídrico (baseado na Resolução CONAMA nº 20 de 18/06/86):
 - Comprovada = 3

- Alteração na vazão / volume de água:
 - Significativa = 2
 - Não significativa = 1

- Previsão de reequilíbrio na condição natural (caso não haja possibilidade de previsão de prazo, utilizar o critério custo de recuperação ou dos equipamentos preventivos: baixo custo = 1; médio custo = 2; alto custo = 3)
 - Curto prazo = 1
 - Médio prazo = 2
 - Longo prazo = 3

3) SOLO E SUBSOLO

Os agravos descritos na linha Impacto na dinâmica do complexo solo-subsolo (movimentação de solo, corte ou aterro) da Tabela 1, têm seus valores multiplicados por 1,5.

- Toxicidade da emissão (baseada em literatura científica):
 - Comprovada = 3
 - Fortes indícios = 2
 - Suposta = 1
- Comprometimento do aquífero, decorrente do dano ao complexo solo/subsolo (estudar o aspecto água):
 - Comprovado = 3
 - Fortes indícios = 2
 - Suposto = 1
- Localização em relação às áreas protegidas (Unidades de Conservação e Áreas de Preservação Permanente definidas em legislação):
 - Totalmente inserido = 2
 - Parcialmente inserido = 1
- Assoreamento de corpos hídricos (estudar o aspecto água):
 - Grande intensidade = 3
 - Média intensidade = 2
 - Pequena intensidade = 1

- Morte ou dano à fauna, decorrente do dano ao complexo solo/subsolo (estudar o aspecto fauna):
 - Comprovado = 2
 - Suposto = 1

- Morte ou dano à flora, decorrente do dano ao solo/subsolo (estudar o aspecto flora):
 - Comprovado = 2
 - Suposto = 1

- Dano ao patrimônio cultural, histórico, artístico, arquitetônico e turístico e/ou a monumentos naturais, decorrentes do dano ao complexo solo/subsolo (estudar o aspecto paisagem):
 - Comprovado = 2
 - Suposto = 1

- Objetivando a comercialização:
 - Atividade principal ou secundária = 1

- Alteração na capacidade de uso da terra:
 - Em mais de uma classe (por ex: classe 1 para 3) = 3
 - Em uma classe (por ex: classe 1 para 2) = 2
 - Na mesma classe de uso (subclasses) = 1

- Danos ao relevo (alterações da declividade, desmoronamentos, etc) (estudar o aspecto paisagem):
 - Ocorrido = 3
 - Grande risco = 2
 - Pequeno risco = 1

- Previsão de reequilíbrio na condição natural (caso não haja possibilidade de previsão do prazo, utilizar os critérios de custo de recuperação: baixo custo

(menor que o da exploração) = 1; médio custo (equivalente ao da exploração) = 2; alto custo (maior que da recuperação) = 3):

- Curto prazo = 1
- Médio prazo = 2
- Longo prazo = 3

4) FAUNA

Os agravos descritos na linha de Impacto na dinâmica da comunidade da Tabela 1 têm seus valores multiplicados por 1,5.

- Localização em relação às áreas protegidas (Unidades de Conservação e Áreas de Preservação Permanente definidas por legislação):

- Dentro = 3
- No raio de ação do animal = 2

- Ocorrência de espécies ameaçadas de extinção (Baseada na Portaria do IBAMA Nº 1.522 de 19/12/89):

- Comprovada = 3
- Suposta = 2

- Ocorrência de espécies endêmicas (baseada em literatura científica):

- Comprovada = 2
- Suposta = 1

- Ocorrência de Fêmeas:

- Prenhas ou ovadas = 3
- Comprovada = 2
- Suposta = 1

- Objetivando comercialização:

- Atividade principal = 3
- Atividade secundária = 2

- Importância relativa:
 - Espécie que não se reproduz em cativeiro = 3
 - Espécie que se reproduz em cativeiro = 2
 - Espécie criada comercialmente = 1

- Morte ou dano à flora decorrente do dano à fauna (estudar aspecto flora):
 - Comprovado = 3
 - Fortes indícios = 2
 - Suposto = 1

- Alteração nos nichos ecológicos:
 - Comprovada = 3
 - Fortes indícios = 2
 - Suposta = 1

- Previsão de reequilíbrio (natural) (caso não haja possibilidade de previsão de prazo, utilizar como critério: outras espécies = 1; espécies endêmicas = 2; espécies ameaçadas = 3):
 - Longo prazo = 3
 - Médio prazo = 2
 - Curto prazo = 1

5) FLORA

Os agravos descritos na linha Impacto na dinâmica da comunidade da Tabela 1, têm seus valores multiplicados por 1,5. Para maciços maiores que 0,1ha, deve-se analisar os danos aos indivíduos e a comunidade.

- Localização em relação às áreas protegidas (Unidades de Conservação e Áreas de Preservação Permanente definidas por Lei):
 - Totalmente inserido = 3
 - Parcialmente inserido = 2

- Ocorrências de espécies ameaçadas de extinção (Portaria IBAMA No 1522 de 19/12/89):
 - Comprovada = 3
 - Suposta = 2

- Ocorrência de espécies endêmicas (baseado em literatura científica):
 - Real ocorrência = 2
 - Suposta ocorrência = 1

- Favorecimento à erosão (estudar solo e subsolo):
 - Comprovada = 3
 - Fortes indícios = 2
 - Suposta = 1

- Dano ao patrimônio cultural, histórico, artístico, arqueológico e turístico e ao monumento cultural, decorrente do dano à flora (estudar o aspecto paisagem):
 - Comprovado = 2
 - Suposto = 1

- Objetivando a comercialização:
 - Atividade principal = 2
 - Atividade secundária = 1

- Morte ou dano à fauna, decorrente do dano à flora (estudar o aspecto fauna):
 - Comprovada = 3
 - Fortes indícios = 2
 - Suposto = 1

- Importância relativa. Possibilidade de ocorrência na região de parcela similar qualitativamente e quantitativamente à área degradada (estudar o aspecto paisagem):

- Área maior que 30 vezes a área degradada = 3
- Área entre 10 e 30 vezes a área degradada = 2
- Área até 10 vezes maior que a área degradada = 1

- Alteração nos nichos ecológicos: - Comprovada = 3
- Fortes indícios = 2
- Suposta = 1

- Previsão de reequilíbrio (natural) (caso não haja possibilidade de previsão de prazo, analisar o estágio de regeneração: inicial = 1; médio = 2; avançado = 3)
- Longo prazo = 3
- Médio prazo = 2
- Curto prazo = 1

6) PAISAGEM

Os agravos descritos na linha Dano ao patrimônio cultural, histórico, artístico e turístico (legalmente constituído, tombado pelo CONDEPHAAT ou SPHAN), da Tabela 1 têm seus valores multiplicados por 1,5.

- Localização em relação a área e/ou municípios protegidos (Unidade de Conservação e Áreas de Preservação Permanente definidas pela Legislação):
- Dentro = 3

- Proximidade de centros urbanos:
- Centro urbano (população \geq a 60.000 hab) distante até 10km = 3
- Centro urbano (população \geq a 60.000 hab) distante até 25km = 2
- Centro urbano (população \geq a 60.000 hab) distante até 50km = 1

- Reversão do dano:
- Alto custo = 3
- Médio custo = 2
- Baixo custo = 1

- Comprometimento do aquífero (estudar o aspecto água):
 - Diretamente relacionado = 2
 - Não diretamente relacionado = 1

- Comprometimento do complexo solo / subsolo (estudar o aspecto solo/subsolo):
 - Diretamente relacionado = 2
 - Não diretamente relacionado = 1

- Morte ou dano à fauna (estudar o aspecto fauna):
 - Diretamente relacionado = 2
 - Não diretamente relacionado = 1

- Morte ou dano à flora (estudar o aspecto flora):
 - Diretamente relacionado = 2
 - Não diretamente relacionado = 1

- Dano ao patrimônio cultural, histórico, artístico, arqueológico e turístico, e/ou cultural:
 - Tombado pelo CONDEPHAAT ou SPHAM = 2
 - Não tombado = 1